

Cited Reference 3.

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G11B 20/10

G11B 7/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03120537.2

[43] 公开日 2003 年 9 月 24 日

[11] 公开号 CN 1444223A

[22] 申请日 2003. 3. 13 [21] 申请号 03120537.2

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 13 [33] JP [31] 069138/2002

[71] 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

[72] 发明人 長井裕士 柏原裕 小川昭人

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

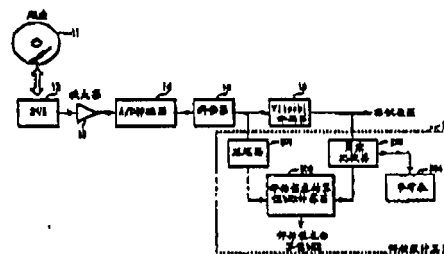
代理人 李德山

权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 14 页

[54] 发明名称 信息记录和再现装置、评估方法以
及信息记录和再现介质

[57] 摘要

本发明涉及一种信息记录和再现装置、评估方法以及信息记录和再现介质，其中，这种评估方法使用 PRML 来计算识别信号，此方法包括：表 (204)，此表储存真实图案及其理想信号、与真实图案对应的错误图案及其理想信号、以及真实图案和错误图案之间的欧几里得距离；计算器 (203)，当识别信号与所述表中任一图案重合时，此计算器计算真实图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离与错误图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离的差；以及评估单元 (202)，此单元配置成基于所述差的分布的平均值和标准偏差来评估再现信号。为容易被误认的图案创建图案表，从而可用较小的计算量来计算具有高精确度信号质量的评估值。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

03120537.2

权 利 要 求 书

第1/4页

1. 一种通过使用部分响应和最大相似性识别方案来计算识别信号的信息记录和再现装置, 本装置特征在于包括:

表, 此表储存真实图案及其理想信号、与真实图案对应的错误图案及其理想信号、以及真实图案和错误图案之间的欧几里得距离;

计算器, 当识别信号与所述表中任何图案重合时, 此计算器计算真实图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离与错误图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离的差; 以及

评估单元, 此单元配置成基于所述差的分布的平均值和标准偏差来评估再现信号。

2. 如权利要求1所述的装置, 特征在于评估单元计算:

$$\text{估算值 } bER = \sum C_T \cdot F(0) \cdot H_{T,F}$$

这里, C_T 代表出现真实图案 T 的概率, $H_{T,F}$ 代表图案 T 和错误图案 F 之间的汉明距离, 而 $F(0)$ 代表把图案 T 误认为图案 F 的发生概率, 并定义如下:

$$F(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\{-(x-\mu)^2/2\sigma^2\}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx$$

这里, 再现信号定义为 S , 图案 T 和 F 的理想信号定义为 PT 和 PF ; 以及

$$D = E_{F,S}^2 - E_{T,S}^2$$

在这,

$$E_{1,2} = \sqrt{\sum_i (P1_i - P2_i)^2}, \quad \text{以及}$$

累加 D 的分布的平均值和标准偏差定义为 μ 和 σ 。

3. 如权利要求2所述的装置, 特征在于评估单元进一步计算:

$$\text{评估值} = \sum C_T \cdot \mu / \sigma \cdot H_{T,F}.$$

4. 如权利要求1所述的装置, 特征在于识别信号包括通过对再现信号进行译码而得到的信号。

5. 一种通过使用部分响应和最大相似性识别方案来计算识别信

03120537.2

权利要求书 第2/4页

号的信息记录 and 再现装置, 本装置特征在于包括:

表, 此表储存真实图案及其理想信号、与真实图案对应的错误图案及其理想信号、以及真实图案和错误图案之间的欧几里得距离;

计算器, 当与识别信号同步的记录信号与所述表中任何图案重合时, 此计算器计算真实图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离与错误图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离的差; 以及

评估单元, 此单元配置成基于所述差的分布的平均值和标准偏差来评估再现信号。

6. 如权利要求 5 所述的装置, 特征在于评估单元计算:

$$\text{估算值 } bER = \sum C_T \cdot F(0) \cdot H_{T,F}$$

这里, C_T 代表出现真实图案 T 的概率, $H_{T,F}$ 代表图案 T 和错误图案 F 之间的汉明距离, 而 $F(0)$ 代表把图案 T 误认为图案 F 的发生概率, 并定义如下:

$$F(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\{-(x-\mu)^2/2\sigma^2\}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx$$

这里, 再现信号定义为 S , 图案 T 和 F 的理想信号定义为 PT 和 PF ; 以及

$$D = E_{F,S}^2 - E_{T,S}^2$$

在这,

$$E_{L,2} = \sqrt{\sum_i (P1_i - P2_i)^2}, \quad \text{以及}$$

累加 D 的分布的平均值和标准偏差定义为 μ 和 σ 。

7. 如权利要求 6 所述的装置, 特征在于评估单元进一步计算:

$$\text{评估值} = \sum C_T \cdot \mu / \sigma \cdot H_{T,F}.$$

8. 如权利要求 5 所述的装置, 特征在于识别信号包括通过对再现信号进行译码而得到的信号。

9. 一种通过使用部分响应和最大相似性识别方案来计算识别信号的评估方法, 本方法特征在于包括:

查阅一个表, 此表储存真实图案及其理想信号、与真实图案对应的错误图案及其理想信号、以及真实图案和错误图案之间的欧几里得距离;

03120537.2

权 利 要 求 书 第3/4页

当识别信号与所述表中任一图案重合时, 计算真实图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离与错误图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离的差; 以及

基于所述差的分布的平均值和标准偏差来评估再现信号。

10. 如权利要求 9 所述的方法, 特征在于所述评估包括计算:

$$\text{估算值 } bER = \sum C_T \cdot F(0) \cdot H_{T,F}$$

这里, C_T 代表出现真实图案 T 的概率, $H_{T,F}$ 代表图案 T 和错误图案 F 之间的汉明距离, 而 $F(0)$ 代表把图案 T 误认为图案 F 的发生概率, 并定义如下:

$$F(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\{-(x-\mu)^2/2\sigma^2\}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx$$

这里, 再现信号定义为 S, 图案 T 和 F 的理想信号定义为 PT 和 PF; 以及

$$D = E_{F,S}^2 - E_{T,S}^2$$

在这,

$$E_{1,2} = \sqrt{\sum_i (P1_i - P2_i)^2}, \quad \text{以及}$$

累加 D 的分布的平均值和标准偏差定义为 μ 和 σ 。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 特征在于所述评估进一步包括计算:

$$\text{评估值} = \sum C_T \cdot \mu / \sigma \cdot H_{T,F}.$$

12. 一种通过使用部分响应和最大相似性识别方案来计算识别信号的评估方法, 本方法特征在于包括:

查阅一个表, 此表储存真实图案及其理想信号、与真实图案对应的错误图案及其理想信号、以及真实图案和错误图案之间的欧几里得距离;

当与识别信号同步的记录信号与所述表中任何图案重合时, 计算真实图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离与错误图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离的差; 以及

基于所述差的分布的平均值和标准偏差来评估再现信号。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 特征在于所述评估包括计算:

03120537.2

权 利 要 求 书 第4/4页

估算值 $bER = \sum C_T \cdot F(0) \cdot H_{T,F}$

这里, C_T 代表出现真实图案 T 的概率, $H_{T,F}$ 代表图案 T 和错误图案 F 之间的汉明距离, 而 $F(0)$ 代表把图案 T 误认为图案 F 的发生概率, 并定义如下:

$$F(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\{-(x-\mu)^2/2\sigma^2\}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx$$

这里, 再现信号定义为 S, 图案 T 和 F 的理想信号定义为 PT 和 PF; 以及

$$D = E_{F,S}^2 - E_{T,S}^2$$

在这,

$$E_{L2} = \sqrt{\sum_i (P1_i - P2_i)^2}, \quad \text{以及}$$

累加 D 的分布的平均值和标准偏差定义为 μ 和 σ 。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 特征在于所述评估进一步包括计算:

$$\text{评估值} = \sum C_T \cdot \mu / \sigma \cdot H_{T,F}$$

15. 一种通过如权利要求 1 所述的信息记录和再现装置来记录信息的信息记录介质, 并且当评估结果比预定值更糟时, 执行预定的改进处理。

16. 一种通过如权利要求 5 所述的信息记录和再现装置来记录信息的信息记录介质, 并且当评估结果比预定值更糟时, 执行预定的改进处理。

17. 一种信息再现介质, 其中, 通过如权利要求 10 所述的评估方法计算的估算值 bER 小于 1×10^{-3} 。

18. 一种信息再现介质, 其中, 通过如权利要求 13 所述的评估方法计算的估算值 bER 小于 1×10^{-3} 。

信息记录和再现装置、评估方法 以及信息记录和再现介质

相关专利申请的交叉引用

本专利申请基于 2002 年 3 月 13 日提交的现有日本专利申请 2002-069138, 并且对此专利申请提出优先权要求, 此专利申请的全部内容在本文引作参考。

技术领域

本发明涉及信息记录和再现装置、评估方法、以及信息记录介质, 而且更具体地, 本发明涉及对用于再现信息记录介质中所记录的信号并评估再现信号的信息记录和再现装置及评估方法的改进。

背景技术

信息记录和再现装置中的信号处理包括 PRML(部分响应和最大相似性)识别方案。与使用 PRML 识别方案的系统中的信号质量评估有关的技术包括 Sharp Co., Ltd.的 SAMER(SAM 误码率), 参见 ISOM'01(International Symposium On Optical Memory 2001) Technical Digest 第 272 页)的公开信息。

在 PRML 识别方案中, 使用根据记录和再现特性的 PR(部分响应)特性。作为一个实例, 以下描述 PR(1,2,2,1)特性。在 PR(1,2,2,1)特性的情况下, 使用抽头系数为 1,2,2,1 的 4 抽头 FIR(有限脉冲响应)过滤器。例如, 当 00010000 数列输入到 FIR 过滤器中时, 获得如 00012210 的输出。相似地, 当输入 000110000 时, 输出 000134310。当输入 0001110000 时, 输出 000135531。当输入 00011110000 时, 输出 00013565310。这些输出是位序列中的理想信号。然后, 维特比译码器对再现信号和从过滤器(补偿器)输入的理想信号进行相互比较,

03120537.2

说明书 第2/15页

并选择最接近的数列。引入欧几里得 (Euclidean) 距离的概念。欧几里得距离 E^2 表示信号之间的距离, 并且如果假设有信号 S_A 和 S_B , 那么它们定义如下。

$$E^2 = \sum (S_A - S_B)^2$$

现在, 用数字进行更具体的描述。假设以下再现信号 S_1 和 S_2 被 PR 补偿。

$$S_1 = [5.9 \ 6.1 \ 5.9 \ 4.9 \ 2.9 \ 0.9 \ 0.1 \ 0.0 \ 0.1]$$

$$S_2 = [5.8 \ 6.0 \ 5.8 \ 4.7 \ 2.7 \ 1.1 \ 0.2 \ 0.1 \ 0.2]$$

计算所有图案的理想信号之间的欧几里得距离, 以响应两个再现信号 S_1 和 S_2 。作为比较欧几里得距离的结果, 假设获得 S_1 和 S_2 之间欧几里得距离最小的理想信号 $[6 \ 6 \ 6 \ 5 \ 3 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0]$ (这是 $[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$ 的以上过滤器的输出), 并且获得其次的最小理想信号 $[6 \ 6 \ 5 \ 3 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$ (相似地, $[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$ 的输出), 那么, 就获得以下各个欧几里得距离。

对于 S_1 :

$$E_{\min}^2 = (6-5.9)^2 + (6-6.1)^2 + (6-5.9)^2 + \dots + (0-0.1)^2 = 0.08$$

$$E_{\text{next}}^2 = (6-5.9)^2 + (6-6.1)^2 + (6-5.9)^2 + \dots + (0-0.1)^2 = 8.88$$

对于 S_2 :

$$E_{\min}^2 = (6-5.8)^2 + (6-6.0)^2 + (6-5.8)^2 + \dots + (0-0.2)^2 = 0.36$$

$$E_{\text{next}}^2 = (6-5.8)^2 + (6-6.0)^2 + (6-5.8)^2 + \dots + (0-0.2)^2 = 7.76$$

这里, S_1 为 $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2 = 8.8$, 并且 S_2 为 $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2 = 7.4$ 。

结果, 可以说, S_1 比 S_2 更难被误解, 因为它较大。每当从补偿器输入再现信号时, SAM 计算器根据上述程序以这样的方式执行计算。然后, 累加 $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2$ 的计算结果, 并计算它的分布, 由此执行信号评估。

另一方面, SAMER 计算器从 SAM 分布计算期望的 BER (二进制误码率)。如上所述, SAM 分布由 $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2$ 得到。由于维特比译码器选择与补偿器输入的补偿信号最接近的理想信号, 因此, 所获得的 E_{next}^2 和 E_{\min}^2 之间关系总是 $E_{\text{next}}^2 > E_{\min}^2$ 。然而, 在误选 E_{next} 而取代

03120537.2

说明书 第3/15页

E_{\min} 的情况下, 发生识别错误。此时, 所获得的关系是 $E_{\text{next}}^2 < E_{\min}^2$ 。在 SAM 分布中, 此范围未必能建立。然而, 假设低于 “ μ ” 的分布部分为正态分布, 标准偏差 “ σ ” 和平均值 “ μ ” 用高斯 (Gaussian) 概率密度函数逼近, 由此估算 $E_{\text{next}}^2 < E_{\min}^2$ 的范围。

SAM 和 SAMER 的问题是: 当根据位序列产生一组欧几里得距离最小的数列时, 每组的最小欧几里得距离互不相同。因而, 当已计算 $E_{\text{next}}^2 - E_{\min}^2$ 的分布时, 此分布被分成多个部分, 并且往往作为评估值。进而, 在 SAMER 的 “ μ ” 或更小的范围内, 就会出现分布正态性被破坏的情况, 并且有可能在此时估算的 BER 和实际 BER 之间发生误差。另外, 每当输入 1 道再现信号时, 计算所有数列的理想信号及其欧几里得距离, 并且选择最小值和次最小值的计算量增加。

发明内容

本发明致力于以下方法和装置, 它们基本上能克服因相关技术的限制和缺点而引起的一个或多个问题。

根据本发明的一个实施例, 提供一种通过使用部分响应和最大相似性识别方案来计算识别信号的信息记录和再现装置, 此装置包括: 表, 此表储存真实图案及其理想信号、与真实图案对应的错误图案及其理想信号、以及真实图案和错误图案之间的欧几里得距离; 计算器, 当识别信号与所述表中任何图案重合时, 此计算器计算真实图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离与错误图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离的差; 以及评估单元, 此单元配置成基于所述差的分布的平均值和标准偏差来评估再现信号。

根据本发明的另一实施例, 提供一种通过使用部分响应和最大相似性识别方案来计算识别信号的信息记录和再现装置, 此装置包括: 表, 此表储存真实图案及其理想信号、与真实图案对应的错误图案及其理想信号、以及真实图案和错误图案之间的欧几里得距离; 计算器, 当与识别信号同步的记录信号与所述表中任何图案重合时, 此计算器计算真实图案的理想信号和再现信号之间欧几里得距离与错误图案的

理想信号和再现信号之间欧几里得距离的差；以及评估单元，此单元配置成基于所述差的分布的平均值和标准偏差来评估再现信号。

附图说明

附图包含在本说明书内并构成说明书的一部分，附图与以上概述和以下实施例的详细描述一起举例说明本发明的实施例，以解释本发明的原理，在附图中：

图 1 为示出根据本发明第一实施例的信息记录和再现装置的框图；

图 2 为示出第一实施例操作的流程图；

图 3 为示出第一实施例参考表的视图；

图 4A 和 4B 示出根据可接受或不可接受的补偿信号的理想信号和补偿信号之间的欧几里得距离；

图 5 示出根据第一实施例计算评估值的原理；

图 6 示出根据第一实施例为每个欧几里得距离计算评估值的第一实例；

图 7 示出根据第一实施例为每个错误类型计算评估值的第二实例；

图 8 示出根据第一实施例为每个图案计算评估值的第三实例；

图 9 为示出根据本发明第二实施例的信息记录和再现装置的框图；

图 10 为示出第一实施例操作的流程图；

图 11 示出根据第一实施例计算评估值的原理；

图 12 为评估值和估算值 BER 计算器的框图，示出根据第一和第二实施例为每个欧几里得距离计算评估值的第一实例；

图 13 为评估值和估算值 BER 计算器的框图，示出根据第一和第二实施例为每个错误类型计算评估值的第二实例；以及

图 14 为评估值和估算值 BER 计算器的框图，示出根据第一和第二实施例为每个图案计算评估值的第三实例。

03120537.2

说明书 第5/15页

具体实施方式

以下结合附图描述根据本发明的信息记录和再现装置、信号评估方法以及信息记录和再现介质的实施例。

在具体描述实施例之前，先总结本发明。这里，在 PRML 方案中，让我们分析被误认为另一图案 F 的某个记录图案 T。当再现信号为 S 并且图案 T 和 F 的理想信号分别是 PT 和 PF 时，图案 T 被误认为图案 F 的条件如下：

$$D = E_{F,S}^2 - E_{T,S}^2 < 0 \quad (1)$$

$$E_{i,j} = \sqrt{\sum_i (P1_i - P2_i)^2} \quad (2)$$

在 D 值等于或大于 0 的情况下，图案 T 不被误认为图案 F。假设累加的 D 值（由公式(1)定义）的分布是正态分布并且平均值和标准偏差分别是 “ μ ” 和 “ σ ”，图案 T 被误认为图案 F 的概率就表达如下：

$$F(0) = \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\{-(x-\mu)^2/2\sigma^2\}}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx \quad (3)$$

F(0)根据错误发生概率较高的图案 T 和 F 而获得，从而获得评估值和 bER 估算值如下：

$$\text{评估值} = \sum C_T \cdot \mu / \sigma \cdot H_{T,F} \quad (4)$$

$$\text{估算值 bER} = \sum C_T \cdot F(0) \cdot H_{T,F} \quad (5)$$

这里， C_T 代表出现图案 T 的概率， $H_{T,F}$ 代表图案 T 和图案 F 之间的汉明 (Hamming) 距离。

现在，在这描述用于选择图案 T 和 F 的方法。对于选择图案 T 和 F 的方法，有效地是利用公式(2)中的欧几里得距离。一般而言，随着图案 T 和图案 F 之间欧几里得距离 $E_{T,F}$ 的增加，发生错误的概率以幂函数方式减小。从而，从已定义的其欧几里得距离 $E_{T,F}$ 等于或小于预定值的图案中可获得估算值 bER。

第一实施例

图 1 示出根据本发明第一实施例的信息记录和再现装置。在光盘

11 中记录为标记或空白的信息由光头器件 (PUH) 12 读出, 成为弱模拟信号。弱模拟信号由前置放大器 13 放大到足够大的水平。放大后的模拟再现信号被模拟/数字 (A/D) 转换器 14 转换成数字再现信号。

补偿器 15 根据使用的 PR 特性对数字再现信号的波形进行补偿, 补偿后的信号传输到维特比 (Viterbi) 译码器 16 和评估值计算器 200。在维特比译码器 16 中, 数字再现信号根据维特比算法被译码成二进制标识数据。标识数据传输到后级电路 (未示出), 进行所需的解调处理或纠错处理, 并且提供给用户。

另外, 标识数据也传输到评估值计算器 200 中。评估值计算器 200 用补偿器 15 的输出和维特比译码器 16 的输出来计算评估值。

评估值计算器 200 包括延迟器 201、评估值或估算值 BER 计算器 202、图案比较器 203 和参考表 204。延迟器 201 用作对补偿器 15 输出进行时间调节的延迟器件。图案比较器 203 把从维特比译码器 16 输出的标识数据与储存在参考表 204 中的每一个图案进行比较, 并向评估值或估算值 BER 计算器 202 提供比较结果。以下描述比较处理的内容。当评估值或估算值 BER 计算器 202 执行计算时, 计算器 202 用延迟器 201 的再现信号来计算评估值或估算值 BER。

参考表 204 的内容可记录在盘 (记录介质) 中并可通过读出它们来使用。另外, 此器件本身可自动地产生内容。

图 2 示出计算评估值的程序。评估值计算器 200 根据从维特比译码器 16 输入的标识数据, 查阅参考表 204 中的每个图案 (步骤 B1)。参考图案不能事先创建, 而是由计算器 200 自动产生。在参考表 204 中描述容易被误认的图案对。图案 A 容易被误认为图案 B, 反之亦然。根据这些对, 图案 A 及其理想信号、图案 B 及其理想信号、以及图案 A 和 B 之间欧几里得距离的平方 (以下称作 E^2_{AB}) 储存在参考表 204 (参见图 3) 中。

在此使用的理想信号是每个图案的 FIR 过滤器输出。理想信号容易由图案产生, 反之亦然, 因而, 在参考表 204 中描述图案和理想信号中的一个。为响应输入的标识数据, 当在表中与此数据相同的图案

是图案 A 或图案 B 时, 进行 E_{AS} 、 E_{BS} 的计算。否则, 执行与下一输入有关的相似处理。在图案 A 和 B 中, 与标识数据重合的图案定义为图案 T, 而另一个则定义为图案 F。例如, 当图案 A 与标识数据重合时, 结果是 $D=E_{FS}^2-E_{TS}^2=E_{BS}^2-E_{AS}^2$ 。在此 E_{AS} 、 E_{BS} (E_{TS} 、 E_{FT}) 的计算中, 使用从补偿器 15 输入的再现信号。计算的 D 值用后述方法根据预定规则进行分类, 并且储存在存储器中 (步骤 B2)。图 6、图 7 和图 8 都是举例说明以上方法的视图。以下给出详细描述。当补偿器 15 和维特比译码器 16 的输入中止 (步骤 B3) 时, 或者当已输入计算评估值和估算值 bER 所需的数据时, 计算储存在存储器中的 D 值的分布 (步骤 B4)。通过使用此分布的标准偏差 “ σ ” 和平均值 “ μ ” 来计算评估值和估算值 bER。以下详细描述每一项内容。

(1-1) 用欧几里得距离创建图案表的方法

(在图 2 步骤 B1 中查阅的) 参考表 204 包括图案 A 及其理想信号、图案 B 及其理想信号、图案 A 和图案 B 之间的欧几里得距离 E_{AB}^2 、以及图案号。图案 A 和图案 B 的位长根据调制码和 PR 特性而改变。现在, 假设 n 个码位 1 称作 nT 标记, 并且 n 个码位 0 称作 nT 空白, 位长根据每个调制码中最短的 T 和最长的 T 而改变。在以下实施例中, 例如, 当对调制码使用 RLL(1,7) 码 (RLL: 扫描宽度受限) 时, 获得在记录数据中出现的数列: 2T-8T 标记以及空白。考虑到 Ts 的此范围而确定参考表 204 的位长。当考虑到一对图案 A 和图案 B 时, 分析其中第一个和最后一个 n 位相同的图案。“n” 值根据 PR 特性的限定长度 “k” 而改变, 并且, 得到 $n=k-1$ 。PR[1221] 的限定长度是 4。我们分析其中第一个和最后一个 n 位相同的图案。例如, 我们分析第一个三位 [011] 和最后一个三位 [010] 互相重合的情况, 如 [011101010] 与位序列 [011111010]。在以上条件下, 图案 A 和图案 B 之间的最小欧几里得距离根据 PR 特性和调制码而改变。例如, 在 PR[1221]、RLL (1, 7) 代码的情况下, 最小欧几里得距离是 10, 随后这些距离是 12, 14, 16, ..., 在参考表 204 中描述错误发生概率高的配对。当图案号增加时, 可获得准确的值。然而, 缺点是需要更多的处理。根据所需

的规格确定图案的数量。在本实施例中,使用 PR[1221]和 RLL(1, 7)。在此情况下,描述欧几里得距离 E_{AB}^2 为 10、12、14 的图案是合适的,并且因而在参考表中描述具有此欧几里得距离的配对。具体地,如图 3 所示描述此配对。参考表 204 根据调制码和 PR 特性而创建。

对于描述的错误类型,在获得的图案中,在实际再现信号中容易发生识别错误,例如每个 T 的边缘移位一位或两位并且在望远镜方式中连续 2T 移位。在本实施例中,图 3 中图案的位长对于每个欧几里得距离而言是可变的长度。然而,各个位长偶尔会相互重合。在此情况下,对于每个图案的位长,根据最长的位长创建表。在本实施例中,欧几里得距离 $E_{AB}^2=14$ 的图案是最长的,因而,根据此最长长度创建表。参照此表连续地进行处理。

(1-2) $D=E_{FS}^2-E_{TS}^2$ 的计算

以下结合图 5 描述图 2 步骤 B2 中 D 值的计算。补偿器 15 的再现信号输入到评估值计算器 200 中,并且维特比译码器 16 译码的标识数据也输入其中。在存储器中,输入数据加上表中的最长位长。在本实施例中,再现信号的长度是 8 位,而标识数据的长度是 11 位。每次进行处理时,新的再现信号和译码的标识数据在存储器空间内相加。与此同时,存储器数据移位一位,并更新。根据此位序列查阅表,执行判断:此位序列是与图案 A 还是与图案 B 重合。现在,假设从维特比译码器 16 输入的标识数据的位序列是 [11111111000],表中相对应的是图案号 2(图案 A)的 1111000 的边缘移位图案、6531(理想信号)、1110000(图案 B)、5310(理想信号)和 10(E_{AB}^2)。

当位序列因而与表中的图案 A 或图案 B 重合时,计算图案 A 和再现信号之间的欧几里得距离 E_{AS} 以及图案 B 和再现信号之间的欧几里得距离 E_{BS} , 并计算 D 值。

在补偿信号是可接受的情况下,真实图案的理想信号和补偿信号基本互相重合,如图 4A 所示,并且欧几里得距离接近于 0。此时,在 $\pm E_{AB}^2$ 附近, D 值分布的方差较小。然而,在补偿信号不可接受的情况下,出现这样的状态: D 值分布从 E_{AB}^2 偏移,如图 4B 所示,或者

方差增加。计算的 D 值根据评估值和估算值 bER 计算方法而按图案或欧几里得距离分类（在本实施例中分成 $E^2_{AB}=10$ 、12 和 14 三种类型），并且，所述 D 值储存在存储器中。执行此程序，直到补偿器 15 和维特比译码器 16 的输入已经估算为止。

(1-3) 评估值和估算值 bER 的计算

对每个图案计算的 D 值根据以下三种方法的任一种进行分类。并且从包含每个分类 D 值的每个分布的 “ σ ” 和 “ μ ” 计算评估值和估算值 bER 。

(1-3-1) 采用欧几里得距离的计算方法

在 (1-2) 中计算的 D 值按欧几里得距离分类，计算所述分布的各个 “ σ ” 和 “ μ ”，并且计算评估值和估算值 bER 。按欧几里得距离分类的分布基本上与图 6 所示正态分布重合。在这些分布中，与根据公式(1)的错误相对应的部分在 $D < 0$ 的范围内。从而，所述分布用高斯概率（高斯概率）密度函数逼近，并且在 $D < 0$ 的范围内对逼近方程积分，从而，对于每种欧几里得距离和 μ/σ 类型，获得发生误认的概率 $F(0)$ 。现在，有三种欧几里得距离（10,12,14），因而有三个 D 值分布。获得的 μ/σ 用于计算所述分布的评估值，而获得的 $F(0)$ 用于计算估算值 bER 。使用这些值根据公式(4)计算评估值，并根据公式(5)计算估算值 bER 。按欧几里得距离执行分类的理由是汉明距离（代码之间的距离）互不相同。具体地，例如，在欧几里得距离 “ d ” 为 10 的情况下，对于其中 00001111 被误认为 00011111 的图案，汉明距离是 1。例如，在欧几里得距离 “ d ” 为 12 的情况下，对于其中 000011000 被误认为 000110000 的图案，汉明距离是 2。例如，在欧几里得距离 “ d ” 为 14 的情况下，对于其中 00001100111 被误认为 00011001111 的图案，汉明距离是 3。与以下计算方法一样，高斯概率密度函数是非线性函数，因而必需根据汉明距离对 D 值分布进行分类。另外，公式(4)和(5)中的 C_T 根据 PR 特性和调制码确定。这是因为：在记录数据中每个图案出现的概率因 PR 特性和调制码而不同。因此确定的系数 C_T 、 $H_{T,F}$ 每次由计算器计算，或者事先储存在存储器中。

图 12 是描述以上(1-3-1)中估算值 bER 计算方法的流程的框图。为响应从维特比译码器 16 输入的标识数据,首先,图案比较器 203 比较标识数据和参考表 204。当在参考表 204 中有图案(A 或 B)与标识数据重合时,理想信号发生器 301 产生此图案的理想信号,或者理想信号采集器 302 获得参考表 204 中的理想信号。D 值计算器 303 从由补偿器通过延迟器 201 输入的再现信号(补偿信号)及其理想信号来计算 D 值。计算的 D 值按照参考表中与标识数据重合的图案的 E^2_{AB} (10 或 12 或 14),借助 D 值选择器 304 而储存在 D 值存储器 305 中。当每个 D 值存储器 305 中试样数量足够时,计算器 308 获得对于公式(3)中所示每种类型欧几里得距离的每个 μ/σ 和误认发生概率 $F(0)$ 。计算器 309 计算这些值的总计、评估值或估算值 bER。

(1-3-2) 采用错误类型的计算方法

在(1-2)中计算的 D 值按错误类型分类,计算每个分布的“ σ ”和“ μ ”,并且计算评估值和估算值 bER。按错误类型分类的分布每一个都与图 7 所示正态分布重合。现在描述错误类型。在欧几里得距离“d”为 10 或 14 的情况下,如果图案 A 被误认为图 3 所示的图案 B,就发生标记边缘减少的错误。否则,就发生标记边缘增加的错误。在信号发生偏移的情况下,在中心, $D=E^2_{FS}-E^2_{TS}=E^2_{BS}-E^2_{AS}$ 的分布与 $D=E^2_{FS}-E^2_{TS}=E^2_{AS}-E^2_{BS}$ 的不同。在此情况下,分布的正态性降低。从而,在此情况下, E^2_{AS} 是 10 和 14 的 D 值分别分类为 $D=E^2_{FS}-E^2_{TS}=E^2_{BS}-E^2_{AS}$ 和 $D=E^2_{FS}-E^2_{TS}=E^2_{AS}-E^2_{BS}$, 如图 7 所示,并且,获得四个分布的总计。另外,在 E^2_{AB} 为 12 的情况下,此图案与图 3 所示的 2T 移位错误相关。然而,如图 7 所示,这些图案可分为 2T 标记图案和 2T 空白图案。具体地,图案号 11、12、15 和 16 与 2T 标记有关,而图案号 9、10、13 和 14 与 2T 空白有关。如果再现信号不对称,2T 标记和 2T 空白的分布在中心互不相同。在此情况下,分布的正态性降低。从而, D 值被分为 2T 标记图案和 2T 空白图案,这提供两种分布。在本实施例中, E^2_{AB} 具有三种类型 10、12 和 14,并因而计算六个“ σ ”和“ μ ”的总计。计算评估值和估算值 bER 的方法

与在(1-3-1)中描述的方法相同。

图13是描述以上(1-3-2)中估算值BER计算方法的流程的框图。为响应从维特比译码器16输入的标识数据,首先,图案比较器203比较标识数据和参考表204。当在参考表204中有图案(A或B)与标识数据重合时,理想信号发生器301产生此图案的理想信号,或者理想信号采集器302获得参考表204中的理想信号。D值计算器303从由补偿器通过延迟器201输入的再现信号(补偿信号)及其理想信号来计算D值。计算的D值按照参考表中与标识数据重合的图案的错误类型(短标记错误、长标记错误、2T空白错误、2T标记错误、连续2T错误(由短标记引起))而储存在D值存储器306中。当每个D值存储器306中的试样数量不够时,计算器308获得对于公式(3)中所示的每种类型欧几里得距离的每个 μ/σ 和误认发生概率 $F(0)$ 。计算器309计算这些值的总计以及评估值或估算值BER。

(1-3-3) 采用每个图案的计算方法

在(1-2)中计算的D值按每个图案分类,并基于其分布计算评估值和估算值BER。根据图案A被误认为图案B和图案B被误认为图案A而对D值进行分类。在本实施例中,图案的总数是24。如图8所示,每个分布都是正态分布。在本实施例中,图案的总数是24,因而,计算48个“ σ ”和“ μ ”的总计。计算评估值和估算值BER的方法与在(1-3-1)中描述的方法相同。

图14是描述以上(1-3-3)中估算值BER计算方法的流程的框图。为响应从维特比译码器16输入的标识数据,首先,图案比较器203比较标识数据和参考表204。在参考表204中有图案(A或B)与标识数据重合的情况下,理想信号发生器301产生此图案的理想信号,或者理想信号采集器302获得参考表204中的理想信号。D值计算器303从由补偿器15通过延迟器201输入的再现信号(补偿信号)及其理想信号来计算D值。计算的D值按照参考表中与标识数据重合的图案(这里,图案号为1的图案A被误认为图案B,图案号为1的图案B被误认为图案A,或者,图案号为2的图案A被误认为图案B,...)而储

存在D值存储器307中。当每个D值存储器307中的试样数量足够时, 计算器308获得对于公式(3)中所示每种类型欧几里得距离的每个 μ/σ 和误认发生概率 $F(0)$ 。计算器309计算这些值的总计以及评估值或估算值BER。

例如, 对于此评估值, 10^{-3} 或更小的值是比较现实的。

尽管以上实施例已使用PR(1,2,2,1)进行了描述, 但本实施例甚至可通过使用其它的PR特性而应用。尽管本实施例已使用RLL(1,7)码进行了描述, 但本实施例甚至可通过使用其它的调制码而应用。

如上所述, 根据第一实施例, 对于容易被误认的图案创建图案表, 从而可用较小的计算量来计算评估值和估算值BER。另外, 对每个图案计算分布, 可从具有良好正态性的分布计算具有高精度度的评估值和估算值BER。在常规SAMER技术中, 如果对预定的位序列创建欧几里得距离最小的一组位序列, 每组中最小的欧几里得距离就互不相同。因而, 当已计算 $E_{\text{next}}^2 - E_{\text{min}}^2$ 的分布时, 此分布被分成多个分布, 并且不用作评估值。另外, 在SAMER技术中, 考虑到在平均值 μ 或更小的范围内正态性被破坏的情况。有可能在此时估算的BER和实际BER之间发生误差。进而, 在SAMER技术中, 每次输入1道再现信号时, 计算所有数列的理想信号及其欧几里得距离, 并且选择最小值和次最小值。因而增加计算量。

以下根据本发明的其它实施例描述信息记录和再现装置、其信号评估方法以及信息记录和再现介质。在这些其它实施例的描述中, 与第一实施例相似的元件分配相同的参考号。在此忽略其详细描述。

第二实施例

图9示出第二实施例的配置。在光盘11中记录为标记或空白的信息由PUH 12读出, 成为弱模拟信号。弱模拟信号由前置放大器13放大到足够大的水平。放大后的模拟再现信号被模拟/数字(A/D)转换器14转换成数字再现信号。补偿器15根据使用的PR特性对数字再现信号的波形进行补偿。补偿后的信号传输到维特比译码器和评估

值计算器 200B。译码后的标识数据传输到后级电路（未示出），进行所需的解调处理或纠错处理等，并且提供给用户。

评估值计算器 200B 通过使用补偿器 15 的输出和与此输出同步的记录数据（经过延迟器 18）来计算评估值。评估值计算器 200B 包括评估值或估算值 bER 计算器 202、图案比较器 203 和参考表 204。延迟器 18 用作对评估值计算器 200B 提供与补偿器 15 输出同步的记录数据 17 的延迟器件。图案比较器 203 把记录数据 17 与储存在参考表 204 中的每一个图案进行比较，并向评估值或估算值 bER 计算器 202 提供比较结果。以下描述比较处理的内容。评估值或估算值 bER 计算器 202 通过使用延迟器 201 的再现信号来计算评估值。

图 10 示出用于计算评估值的程序。评估值计算器 200B 在从补偿器 15 输入的补偿信号和记录数据 17 之间执行同步（步骤 C1）。一旦它们互相同步时，评估值或估算值 bER 计算器 202 就查阅事先创建的或由计算器 202 自动产生的参考表 204（步骤 C2）。为响应输入的记录数据，在与此数据相同的图案与表中图案 A 或图案 B 相对应的情况下，就进行 E_{AS} 、 E_{BS} 的计算。否则，执行与下一输入有关的相似处理。此时，在图案 A 和 B 中，与标识数据重合的图案定义为图案 T，而另一个则定义为图案 F。例如，在图案 A 与记录数据重合的情况下，得到 $D = E_{FS}^2 - E_{TS}^2 = E_{BS}^2 - E_{AS}^2$ 。在此 E_{AS} 、 E_{BS} （ E_{TS} 、 E_{FS} ）的计算中，使用从补偿器 15 输入的再现信号。

计算的 D 值分别用前述计算方法根据预定的规则进行分类，并且储存在存储器中（步骤 C3）。图 6、图 7 和图 8 是举例说明各个方法的视图。当补偿器 15 的输入中止（步骤 C4）时，或者当已输入计算评估值或估算值 bER 所需的数据时，计算储存在存储器中的 D 值的分布（步骤 C5）。通过使用此分布的标准偏差“ σ ”和平均值“ μ ”来计算评估值和估算值 bER。

(2-1) 用欧几里得距离创建图案表的方法

（在图 10 步骤 C2 中查阅的）参考表 204 以与第一实施例相同的方式，通过使用欧几里得距离，根据调制码和 PR 特性而创建容易被

误认的图案。参考表 204 的内容可记录在盘（记录介质）中并通过读出它们来使用。另外，器件自身可自动地产生内容。

(2-2) $D=E_{FS}^2-E_{TS}^2$ 的计算

以下结合图 11 描述图 10 步骤 C3 中 D 值的计算。补偿器 15 的再现信号输入到评估值或估算值 bER 计算器 200 中，并且与补偿信号同步的记录数据 17 也输入其中。在存储器中，输入数据加上表中的最长位长。在本实施例中，再现信号的长度是 8 位，而标识数据的长度是 11 位。每次进行处理时，新的再现信号和与标识数据同步的记录数据在存储器空间内相加。与此同时，存储器数据移位一位，并更新。根据此位序列查阅表，执行判断：所有图案是与图案 A 还是与图案 B 重合。现在，假设从维特比译码器 16 输入的标识数据的位序列是 [11111111000]，表中相对应的是图案号 2（图案 A）的 1111000 的边缘移位图案、6531（理想信号）、1110000（图案 B）、5310（理想信号）和 10（ E_{AB}^2 ）。对于每个欧几里得距离 E_{AB}^2 ，表中所述图案的位序列互不相同。当每个图案的位序列与存储器中的位序列重合时，以相同的方式执行检测。当位序列因而与表中的图案 A 或图案 B 重合时，计算图案 A 和再现信号之间的欧几里得距离 E_{AS} 以及图案 B 和再现信号之间的欧几里得距离 E_{BS} ，并计算 D 值。计算得到的 D 值根据与第一实施例中计算评估值和估算值 bER 相同的方法，按图案或欧几里得距离进行分类（在本实施例中分成 $E_{AB}^2=10$ 、12 和 14 三种类型），并且所述 D 值储存在存储器中。执行此程序，直到补偿器 15 的输入结束为止。

(2-3) 评估值和估算值 bER 的计算

对每个图案计算的 D 值根据与第一实施例中相同的三种方法的任一种进行分类。并且计算评估值和估算值 bER。

如上所述，根据第二实施例，对于容易被误认的图案事先创建图案表，从而可用较小的计算量来计算评估值和估算值 bER。另外，对每个图案计算分布，从而可从具有良好正态性的分布计算具有高精度的评估值和估算值 bER。

虽然以上描述涉及本发明的具体实施例，但应该理解，只要不偏离本发明的精神，可作出许多变化。后附权利要求用于涵盖这些变化，以使它们在本发明的真实范围和精神之内。因而，目前公开的实施例不管从哪个方面考虑都是示例性的，而不是限制性的，本发明的范围由后附权利要求确定，而不是由前面的描述确定，因而在权利要求的等效意义和范围内的所有改变都包括在本发明中。例如，本发明可应用为计算机可读记录介质，在此介质中安装允许计算机用作预定装置、允许计算机实现预定功能、或允许计算机指导预定装置的程序。

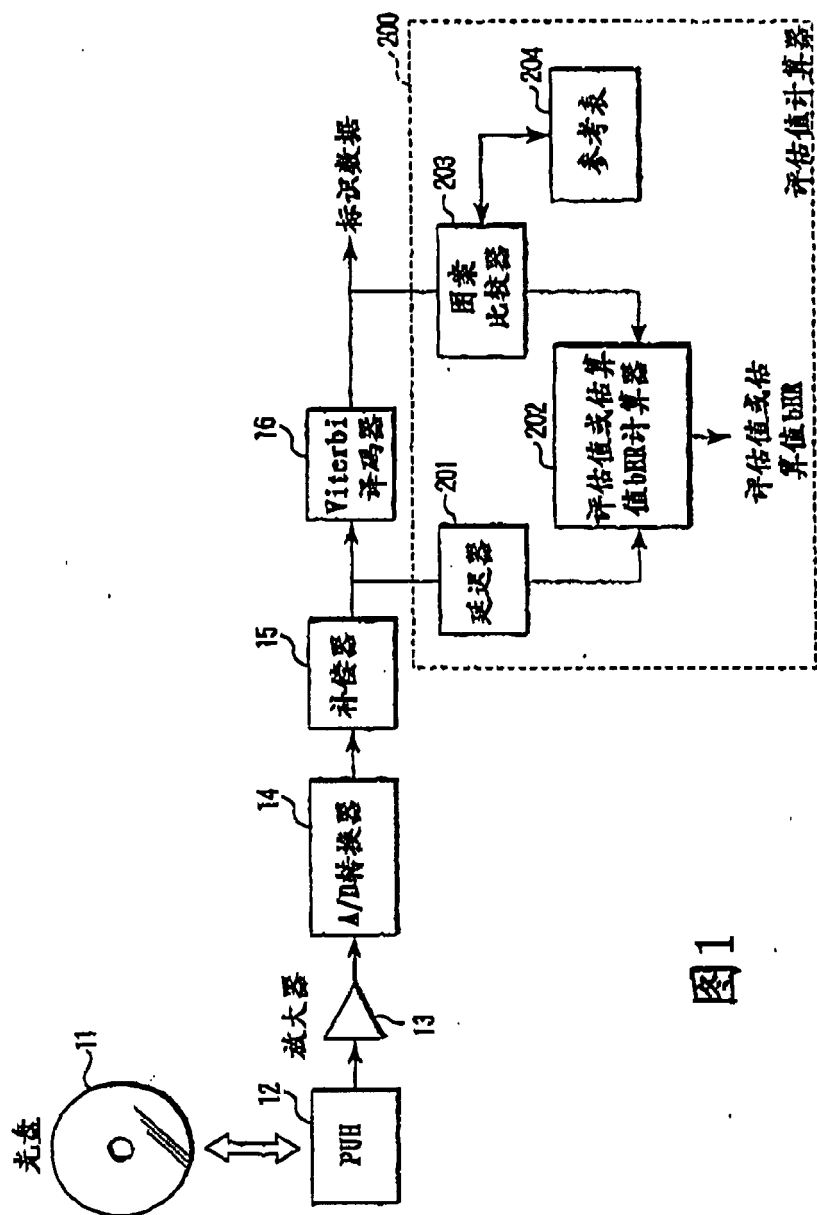


图1

03120537.2

说明书附图 第2/14页

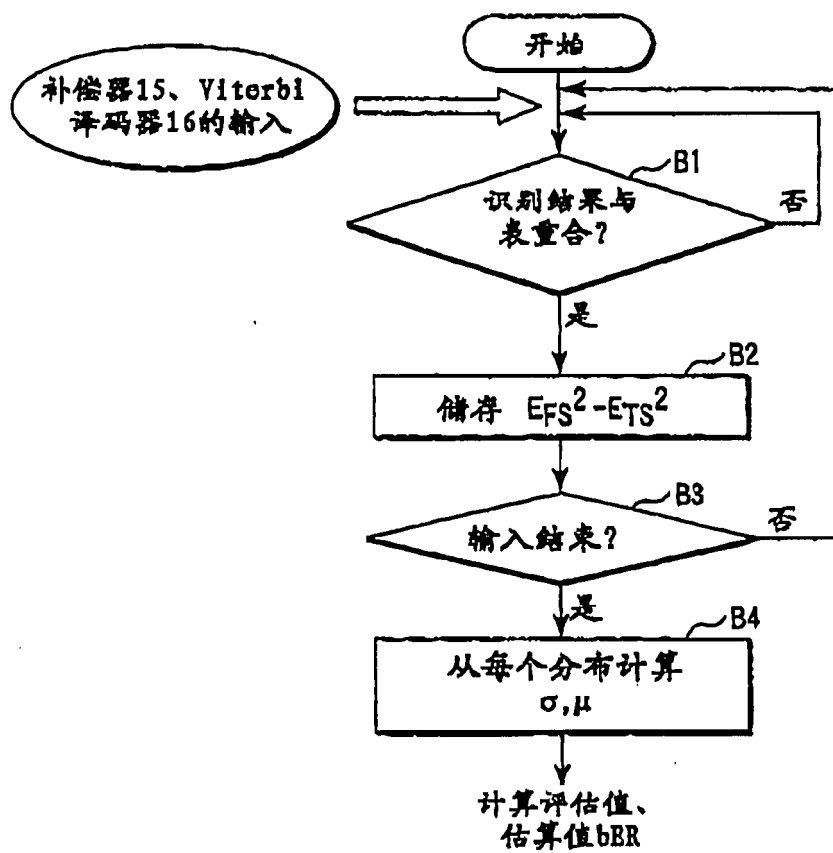


图2

03120537.2

说明书附图 第3/14页

	图案A	理想信号	图案B	理想信号	E'_{AB}	图案号
边缘移位	1111001	6532	1110001	5311	10	1
	1111000	6531	1110000	5310	10	2
	1001111	2356	1001111	1135	10	3
	1001110	2355	1001110	1134	10	4
	0111001	5532	0110001	4311	10	5
	0111000	5531	0110000	4310	10	6
	0001111	1356	0001111	0135	10	7
	0001110	1355	0001110	0134	10	8
2T移位						
	11110011	653235	11100111	532356	12	9
	11110010	653234	11100110	532355	12	10
	10010001	234311	10001001	113432	12	11
	10010000	234310	10001000	113431	12	12
	01110011	553235	01100111	432356	12	13
	01110010	553234	01100110	432355	12	14
	00010001	134311	00001001	013432	12	15
以差速移位方式的2T移位	00010000	134310	00001000	013431	12	16
	1111001001	65323432	1110010001	53234311	14	17
	1111001000	65323431	1110010000	53234310	14	18
	1001001111	23432356	1000100111	11343235	14	19
	1001001110	23432355	1000100110	11343234	14	20
	0111001001	55323432	0110010001	43234311	14	21
	0111001000	55323431	0110010000	43234310	14	22
	0001001111	13432356	0000100111	01343235	14	23
	0001001110	13432355	0000100110	01343234	14	24

图3

03120537.2

说明书附图 第4/14页

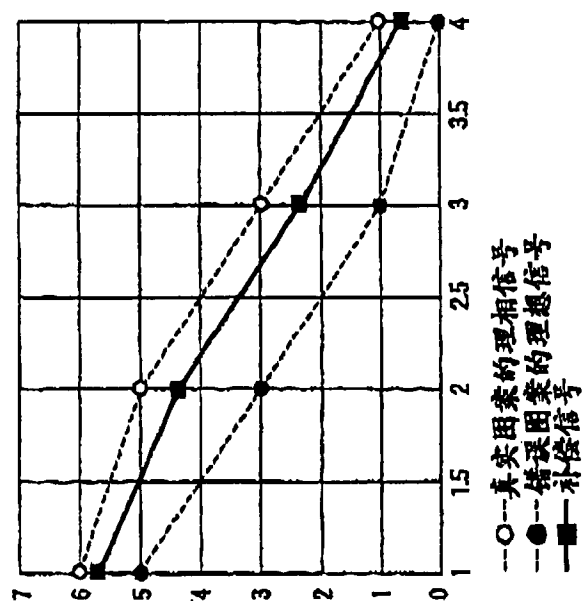


图4B

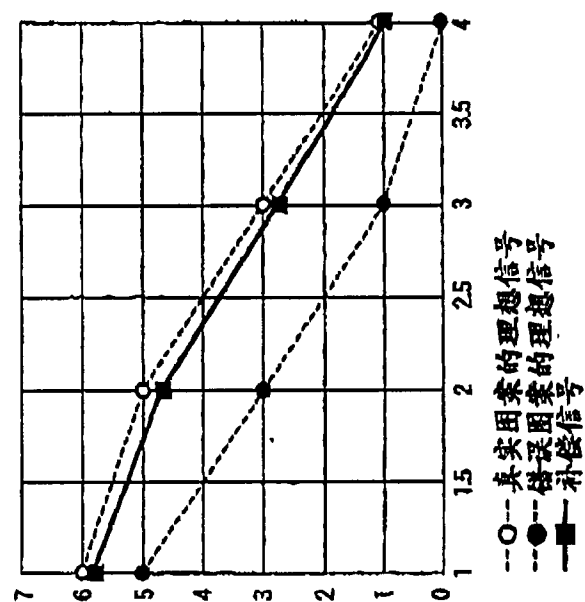


图4A

03120537.2

说明书附图 第5/14页

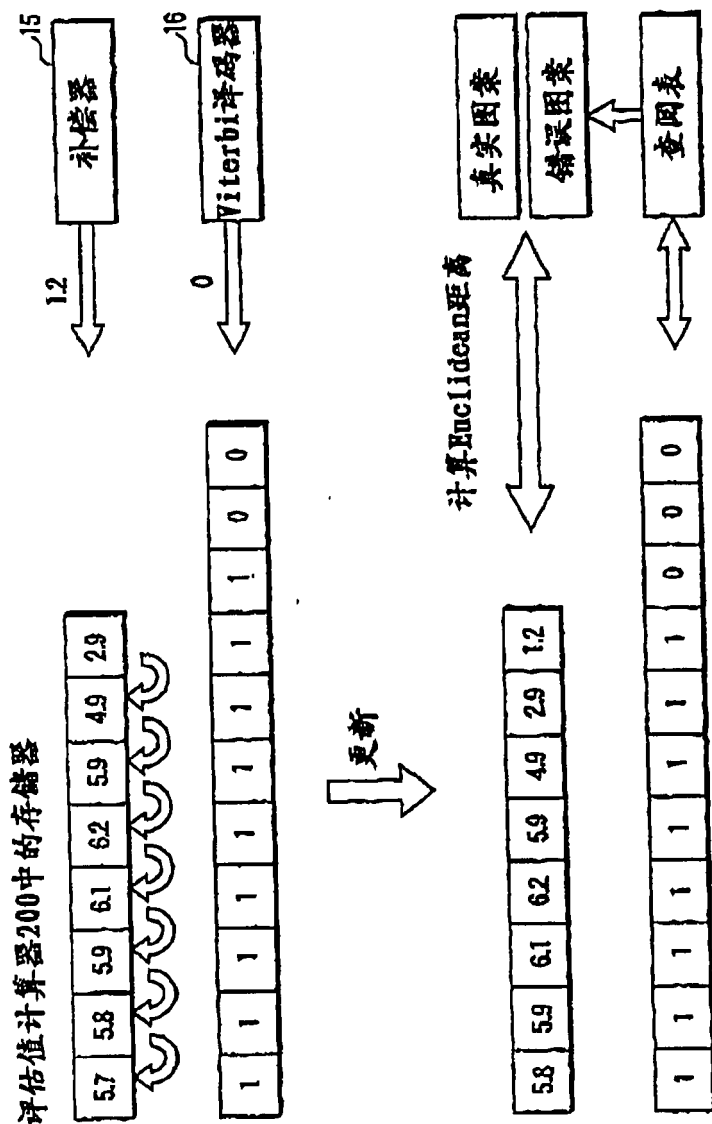
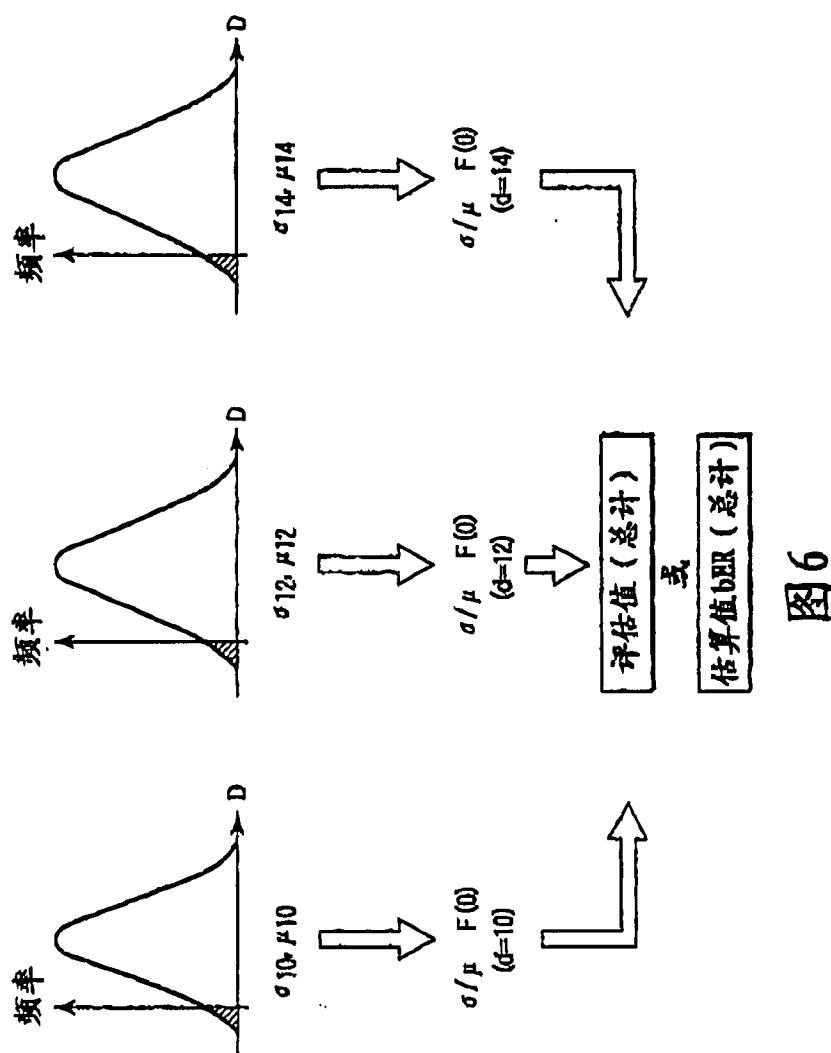


图5

03120537.2

说明书附图 第8/14页



03120537.2

说明书附图 第7/14页

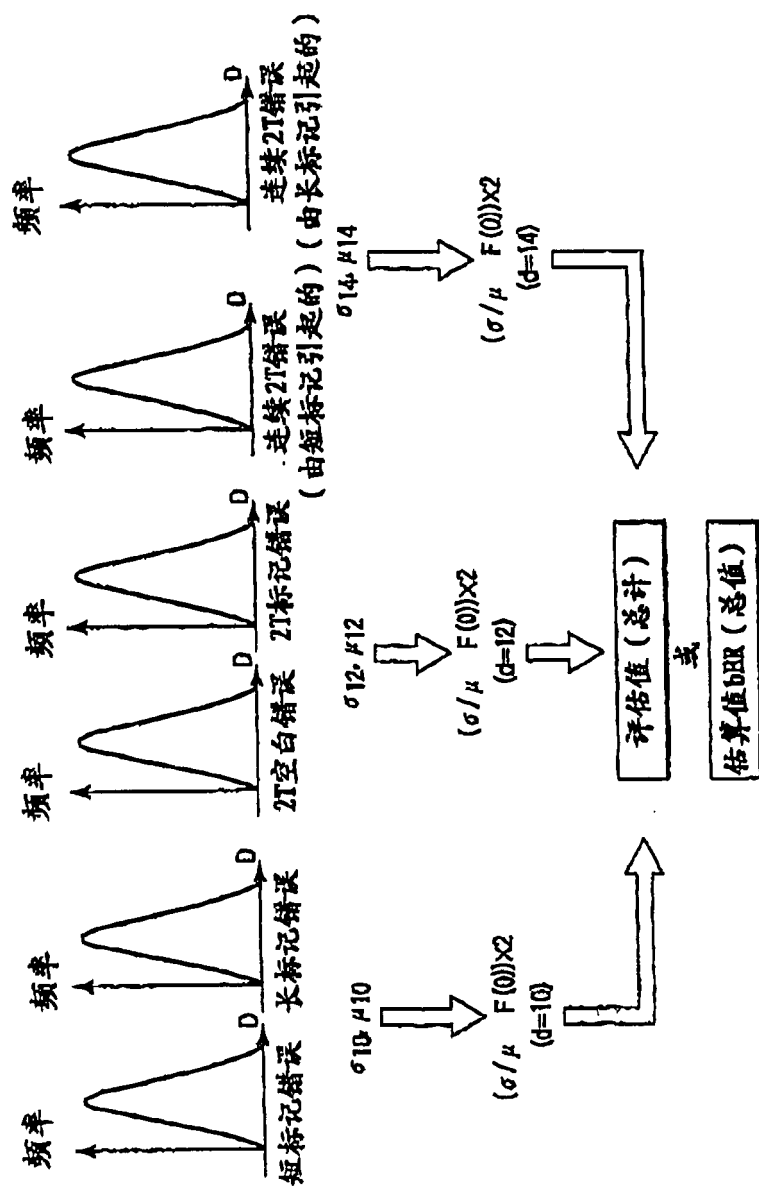


图7

03120537.2

说明书附图 第8/14页

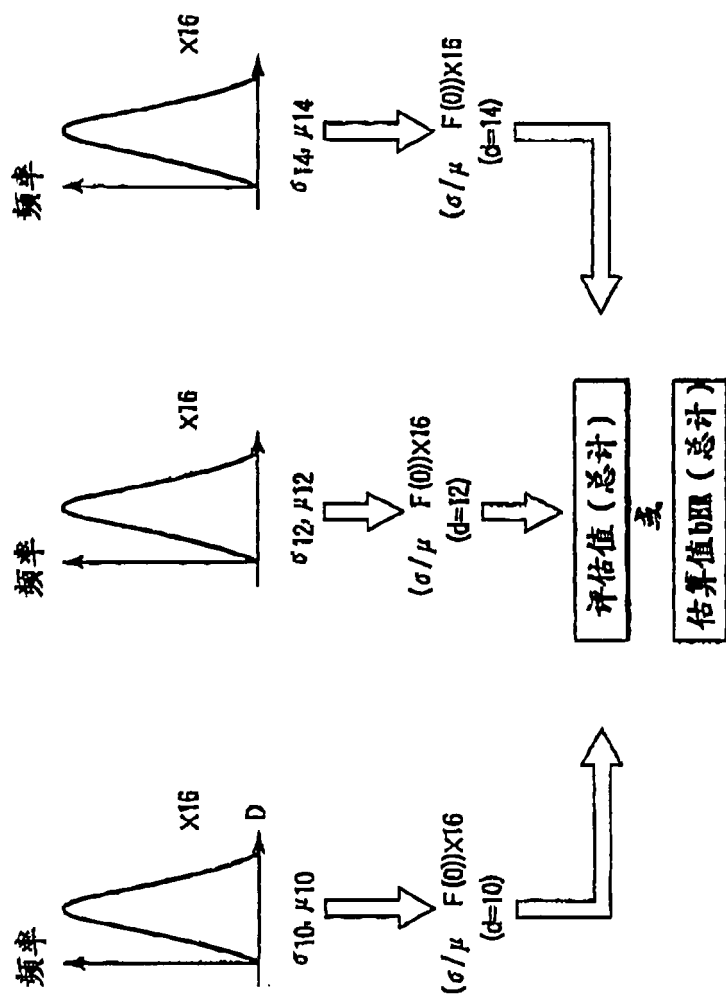


图8

03120537.2

说明书附图 第9/14页

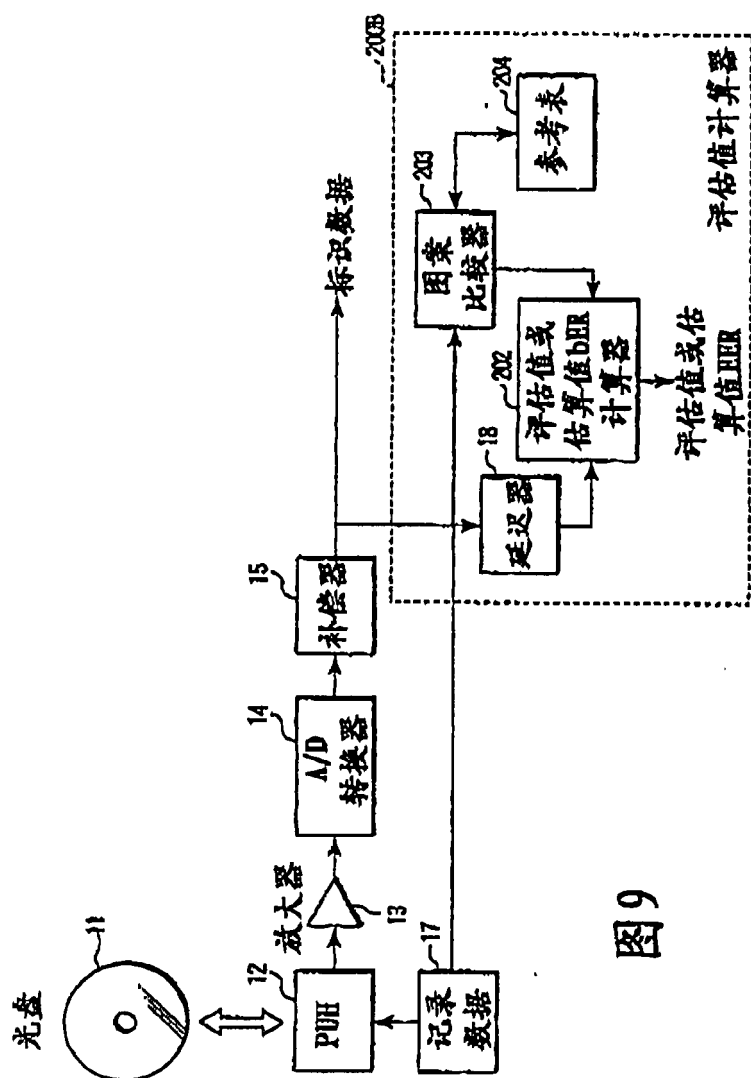


图9

03120537.2

说明书附图 第10/14页

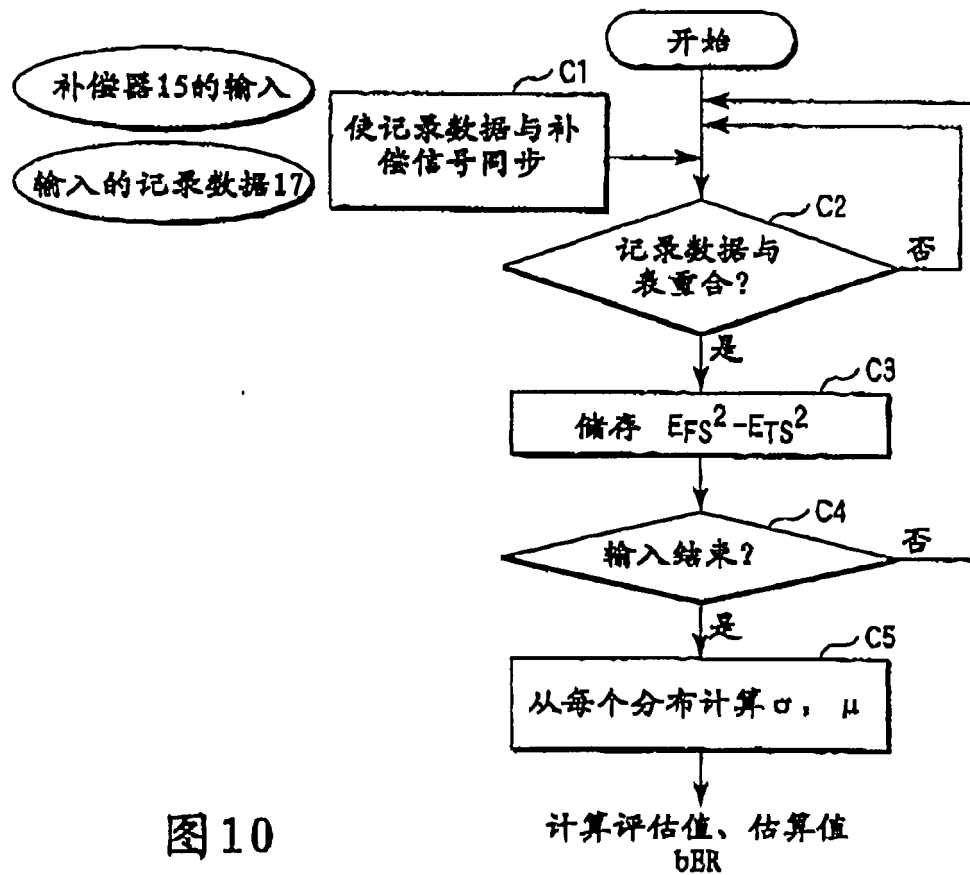


图10

03120537.2

说明书附图 第11/14页

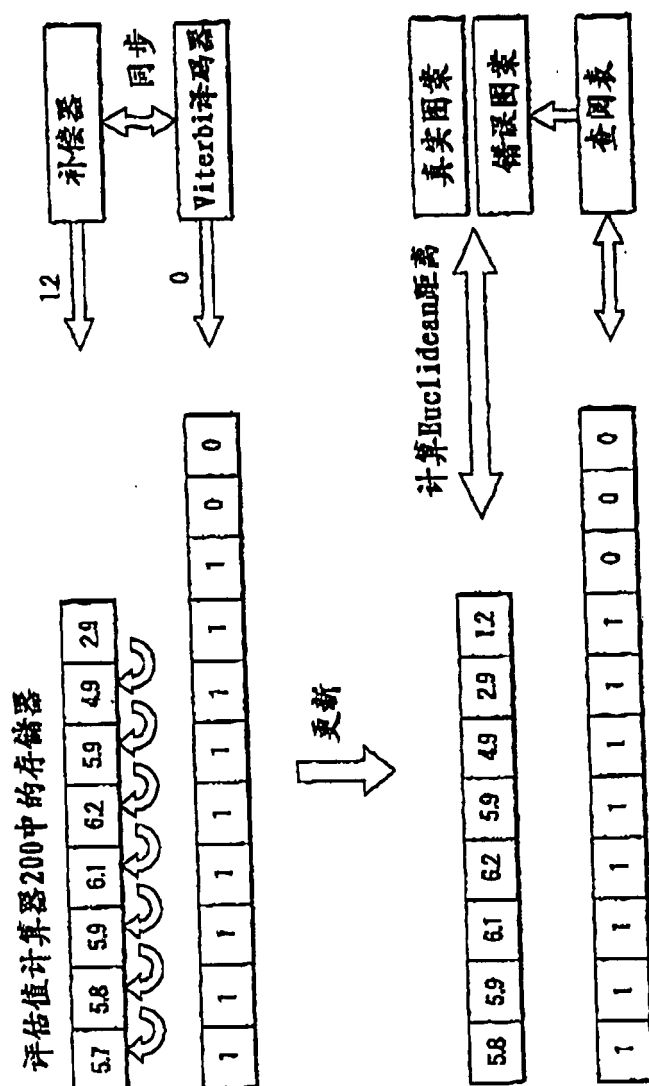
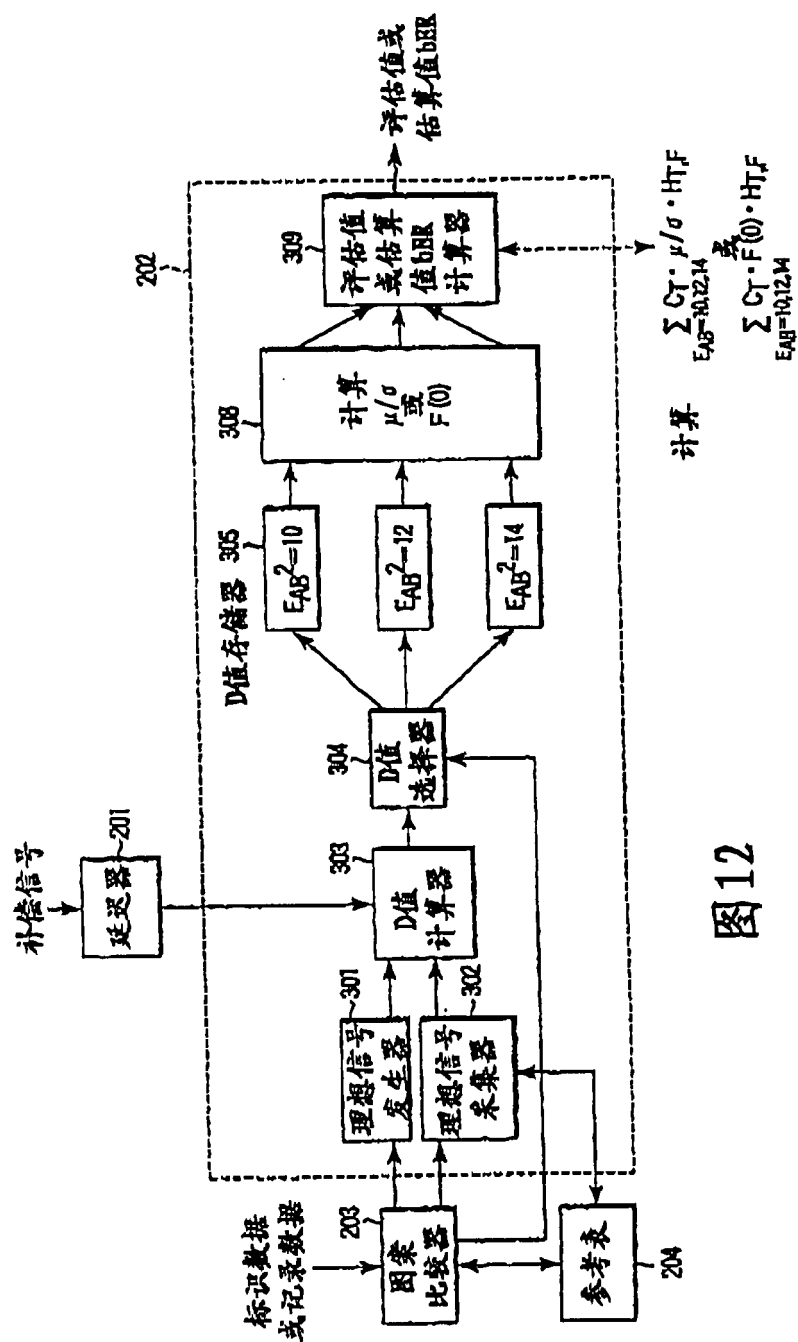
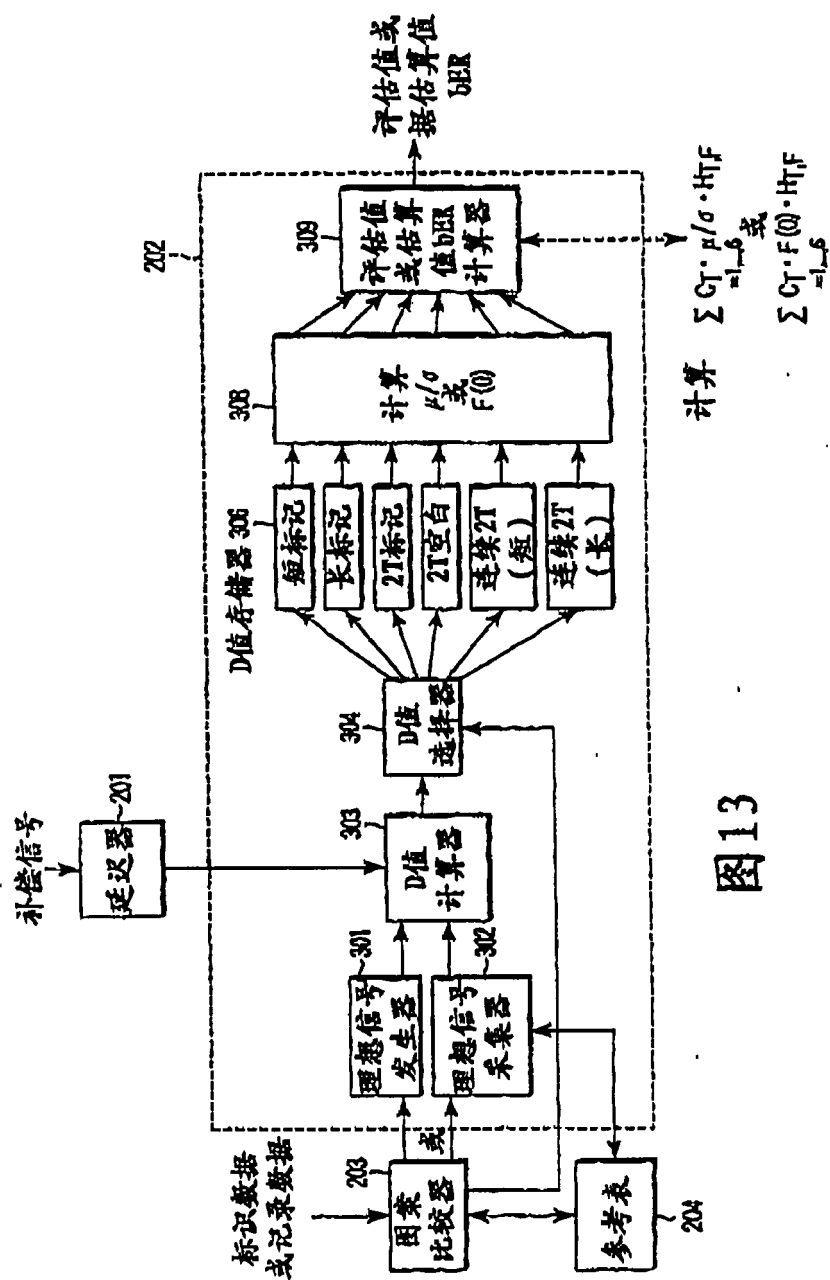


图11

03120537.2

说明书附图 第12/14页





13

03120537.2

说明书附图 第14/14页

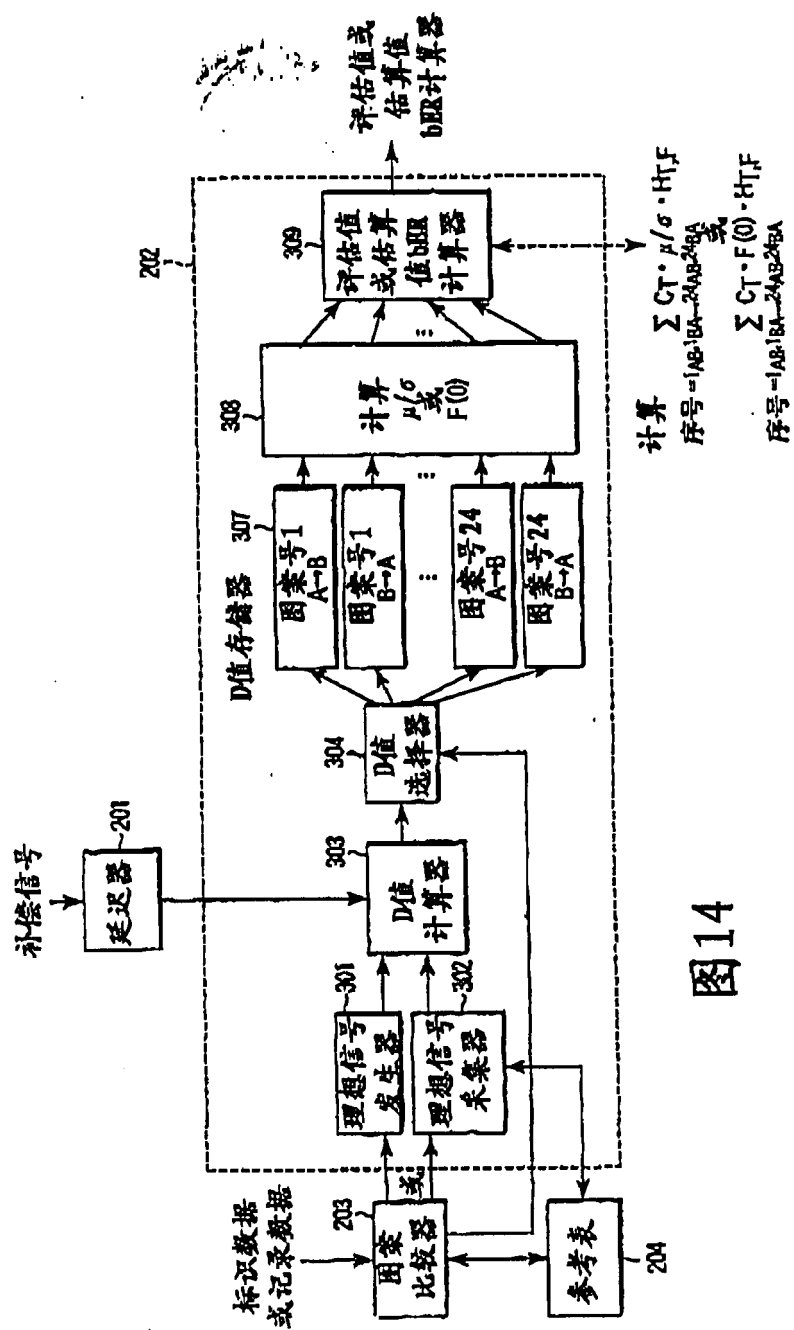


图14